

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-171989

(43)Date of publication of application : 19.06.1992

(51)Int.Cl.

H01L 41/06

(21)Application number : 02-
300209

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing :

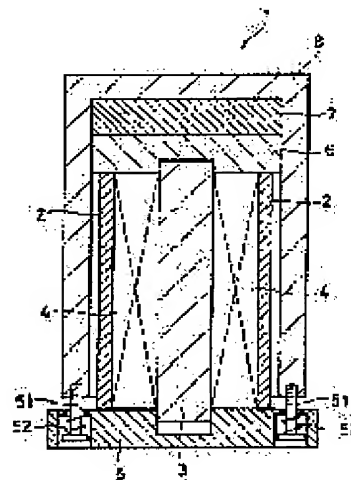
06.11.1990 (72)Inventor : MORI TERUO
HIROSE KAZUNORI

(54) MAGNETOSTRICTION ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a magnetostriction element whose eddy-current loss is small, which is suitable for an ultrasonic oscillator, which is strong and which is small-sized by a method wherein, while an AC magnetic field and/or a DC magnetic field are being applied to a ferromagnetic body by using a coil, the ferromagnetic body, an electrostriction material and one pair of yokes form a closed magnetic circuit.

CONSTITUTION: One end part in the axial direction of a ferro-magnetic body 3 is fixed to a yoke 6; and the other end part is inserted into a recessed part formed in the center of a vibration-radiating member 5. The side face of the ferromagnetic body 3 is in a contact state with the inside face of the recessed part in the vibration-radiating member 5; and a gap exists between the bottom face of the recessed part and the bottom face of the ferromagnetic body 3. When the intensity of a magnetic field exerted on the ferromagnetic body 3 is changed, the intensity of a magnetic field exerted on a magnetostriction material 2 is changed accordingly, and the magnetostriction material 2 is expanded and contracted in its axial direction. When the vibration-radiating member 5 is vibrated in the up-and-down direction by its



expansion and contraction, the ferromagnetic body 3 and the vibration-
radiating member 5 can relatively be moved while they are in contact
with each other. A closed magnetic circuit which is composed of the
ferromagnetic body 3, the magnetostrixtion material 2, the vibration-
radiating member 5 and the yoke 6 is always formed. Thereby, it is
possible to avoid the influence of a diamagnetic field.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's
decision of rejection]
[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision
of rejection or application
converted registration]
[Date of final disposal for
application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against
examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-171989

⑤ Int. Cl.⁵
H 01 L 41/06

識別記号 庁内整理番号
7376-4M

⑬ 公開 平成4年(1992)6月19日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全6頁)

⑭ 発明の名称 磁歪素子

⑮ 特 願 平2-300209

⑯ 出 願 平2(1990)11月6日

⑰ 発 明 者 森 輝 夫 東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

⑱ 発 明 者 広 瀬 一 則 東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

⑲ 出 願 人 ティーディーケイ株式会社 東京都中央区日本橋1丁目13番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 石井 陽一 外1名

明 細 書

1. 発明の名称
磁歪素子

2. 特許請求の範囲

(1) 希土類金属元素と鉄とを含有する筒状の磁歪材と、前記磁歪材の中心孔内に設けられた柱状ないし筒状の強磁性体と、前記磁歪材と前記強磁性体との間に設けられたコイルと、一対のヨークとを有し、

前記一対のヨークの一方が前記磁歪材の一方の端部および前記強磁性体の一方の端部に接し、他方のヨークが前記磁歪材の他方の端部および前記強磁性体の他方の端部に接しており、

前記コイルにより前記強磁性体に交流磁界および/または直流磁界を印加しているときに、前記強磁性体、前記磁歪材および前記一対のヨークが閉磁気回路を形成していることを特徴

とする磁歪素子。

(2) 前記強磁性体の飽和磁束密度が前記磁歪材の飽和磁束密度よりも高い請求項1に記載の磁歪素子。

(3) 振動子として用いられる請求項1または2に記載の磁歪素子。

(4) 前記一方のヨークの表面に接して腫を有する請求項3に記載の磁歪素子。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は、磁歪素子に関し、特に超音波振動子に好適な磁歪素子に関する。

<従来の技術>

超音波振動子は、海底探査や魚群探知機等の各種用途に用いられている。

超音波振動子として汎用されているのは、圧電材料や磁歪材料等に高周波の電界や磁界を印

には高周波磁界が印加されるので、磁歪材の誘電率損失が問題となる。希土類金属元素と鉄とを主成分とする磁歪合金は抵抗率が低いので、渦電流損失を低減するために、従来の磁歪材と地層材とを、これらの界面が磁界方向をきむように積層している。柱状の積層磁歪材を形成するために、長方形の磁歪材と非磁性材とを積層することで一般的なものであるが、この場合、積層磁歪材の形状が四角柱となるため、コイルを巻回したときに積層磁歪材とコイルとの間にギャップが生じ、振動子が大型化してしまふ。ギャップの発生を防ぐためには積層磁歪材を円柱状になるように印刷しなければならず、製造に手間がかかってコスト高になってしまふ。

また、振動子を与える媒質の粘性が高い場合、振動子には強力な力が必要されるが、印加磁界強度の低下により磁歪材が発生する力は磁歪材の断面積に比例するので、磁歪材の断面積を大きくする必要が生じて振動子の大型化が必要となる。

加して振動させる構成のものである。これらのうち、圧電材料と電極とを積層したいわゆる積層型の圧電振動子は、一層あたりの厚さが薄い。比較的大きな振幅を得るためには数百層も積層する必要があり、構造が複雑となる。また、バイモルフ型やユニモルフ型の圧電振動子は、圧電材料が数十〜数百ミクロン程度と薄いために、発生する力が小さい。

また、フェライト、ニッケル、アルミエロ等の鉄族系磁歪材を用いた磁歪振動子は、変位量が小さい。このような事情から、希土類金属元素と鉄とを主成分とし磁歪合金化に対する変位量が極めて大きい超磁歪材料を用いた磁歪振動子が提案されている。

超磁歪材料を用いた磁歪振動子は、通常、柱状の磁歪材を交流磁界印加用のコイルに取り囲んだ構成となっている。

超音波振動子として用いられる場合、磁歪材

記録磁歪性体との間に設けられたコイルと、一対のヨークとを有し、前記一対のヨークの一方が前記磁歪材の一方の端部および前記強磁性体の一方の端部に接し、他方のヨークが前記磁歪材の他方の端部および前記強磁性体の他方の端部に接しており、前記コイルにより前記強磁性体に交流磁界および/または直流磁界を印加しているときに、前記強磁性体、前記磁歪材および前記一対のヨークが閉磁路回路を形成していることを特徴とする磁歪素子。

(2) 前記強磁性体の飽和磁束密度が前記磁歪材の飽和磁束密度よりも高い上記(1)に記載の磁歪素子。

(3) 振動子として用いられる上記(1)または(2)に記載の磁歪素子。

(4) 前記一方のヨークの端面に接して接を有する上記(3)に記載の磁歪素子。

<発明が解決しようとする課題>

本発明は、このような事情からなされたものであり、渦電流損失が小さく超音波振動子に好適であり、しかも、強力かつ小型の磁歪素子を提供することを目的とする。

<課題を解決するための手段>

このような目的は、下記(1)〜(4)の本発明により達成される。

(1) 希土類金属元素と鉄とを含有する円柱状の磁歪材と、前記磁歪材の中心孔内に設けられた柱状ないし円柱状の強磁性体と、前記磁歪材と前

<実施例>

以下、本発明を、図面に示す好適実施例に基づいて詳細に説明する。

第1図に、本発明の磁歪素子を磁歪振動子に適用した場合の好適実施例を示す。

第1図に示される磁歪振動子1は、円筒状の磁歪材2と、磁歪材2の中心孔内に設けられた円柱状の強磁性体3と、磁歪材2と強磁性体3との間に設けられたソレノイド状のコイル4と、振動放射部材5と、ヨーク6と、錘7とを有し、これらがケーシング8に収納されている。

ヨーク6および錘7はそれぞれ円盤状であり、円筒状のケーシング8に対して固定された状態にある。固定手段は特に限定されず、ボルトやネジ止め、あるいは接着剤等でよい。

一方、円盤状の振動放射部材5にはボルト孔が穿設されており、このボルト孔に遊嵌状態に挿入されているボルト51がケーシング8と螺合している。そして、ボルト51の頭部と振

動放射部材5との間にはバネ52が設けられており、このバネ52により振動放射部材5は常にケーシング8に向かう方向の力を受け、これにより振動放射部材5とヨーク6とは磁歪材2を挟持している。

強磁性体3の軸方向の一方の端部はヨーク6にネジ止めや接着等により固定されており、他方の端部は振動放射部材5の中央に設けられた凹部に挿入されている。強磁性体3の側面は振動放射部材5の凹部内側面と接触状態にあり、凹部の底面と強磁性体3の底面との間には、図示されるように間隙が存在する。この構成により、磁歪材2の伸縮に伴って振動放射部材5が図中上下方向に振動する際に、強磁性体3と振動放射部材5とは接触したまま相対的に移動可能となっており、下記の閉磁気回路は常に形成されていることになる。

振動放射部材5はヨークとしての作用を有するものであり、図示の構成では、強磁性体3、磁歪材2、振動放射部材5およびヨーク6から

なる閉磁気回路が形成されている。

このような閉磁気回路が形成されることにより、反磁界の影響を避けることができる。

強磁性体3は、磁歪材2よりも大きな飽和磁束密度を有する軟磁性材料で構成されることが好ましい。このような軟磁性材料としては、例えば、炭素鋼(S45C等)などが好ましい。飽和磁束密度のより高い材料を用いれば、磁歪材2の断面積よりも強磁性体3の断面積を小さくすることが可能となる。従って、磁歪振動子1の小型化が実現する。

また、ヨーク6と、ヨークとしての作用を有する振動放射部材5も、このような飽和磁束密度の高い軟磁性材料から構成されることが好ましい。

また、上記閉磁気回路を構成する軟磁性材料は、透磁率が高いことが好ましい。

本発明では、円筒状等の筒状の磁歪材を用いるため、柱状の磁歪材を用いる場合に比べて同一断面積であっても厚さを薄くでき、渦電流を

低減することができる。柱状の磁歪材を用いる場合は渦電流損を減少させるために磁歪材と絶縁材とを磁界印加方向に直角な方向に積層する必要があるが、筒状の磁歪材は渦電流損が少ないため絶縁材と積層する必要がない。このため、磁歪材の製造が容易となる。

なお、コイル4は、閉磁気回路を構成するこれらの部材とは電気的に絶縁されて配設されている。

強磁性体3にはバイアス磁界が印加されることが好ましい。磁歪材は印加磁界強度が変化すると変位置もそれに応じて変化するが、変位置は印加磁界強度には必ずしも比例しない。このため、印加磁界強度の変化に対する変位置の大きい部分を使うために、直流バイアス磁界を印加する。

図示例では、コイル4に流す交流電流に重畳して直流電流を流す構成となっているが、バイアス磁界印加用のコイルを、コイル4と独立して設ける構成としてもよい。

とが相対的に振動運動を行ない、媒質中にはこの両者から振動が放射される。従って、主として振動放射部材らにより媒質中に振動を放射するためには、ケーシング8とこれに固定されている各部材との合計質量を、振動放射部材ら5の合計質量が不足する必要がある。好ましくは3倍程度以上とすることが好ましい。このため、強磁性体3、ヨーク6およびケーシング8の合計質量が不足する場合には、錐7を設けることが好ましい。なお、錐7の材質は、軟磁性材料であっても非磁性材料であってもよい。

なお、本発明では、図示の磁歪振動子1に限らず、種々の変形が可能である。

例えば、磁歪材2は筒状であればよく、図示例の円筒状の他、多角形断面を有する角筒状であってもよいが、リップス入が生じないことから円筒状とすることが好ましい。

また、強磁性体3は、図示例の円柱状の他、角柱状であってもよいが、リップス入が

また、強磁性体3の一部に永久磁石を設ける構成としてもよいが、永久磁石は一般に飽和磁束密度や透磁率が低く、また、強磁性体3内に反磁界が発生するので、バイアス境界はコイルにより印加する構成とすることが好ましい。

ただし、著しく高い飽和磁束密度が要求されない場合は永久磁石を設けてもよく、特にフェライト磁石などは強度が高いため、強磁性体3をこのような永久磁石だけから構成してもよい。

強磁性体3に印加される境界の強度が変化する

ると、それに伴って磁歪材2に印加される磁界強度が変化する。強磁性体2は軸方向に伸縮し、振動放射部材ら5も磁歪材2の伸縮に伴って図中上下方向に往復運動して振動が放射される。

なお、磁歪振動子1は、例えば水等の媒質中に用いた状態で振動を放射するが、錐7は、このような場合に振動放射部材ら5の振動放射効果を高めるために設けられている。磁歪材2が伸縮すると、振動放射部材ら5とケーシング8

生じないことから円柱状とすることが好ましい。また、図示例のホルトラ51およびホルトラ52を振動放射部材ら5の中央に設けて強磁性体3とホルトラ51とを結合させる構成としてもよく、この場合、強磁性体3を、中央に貫通孔を設けた筒状としてもよい。ただし、外径を小さくするためには、強磁性体3は柱状とすることが好ましい。

また、振動放射部材ら5にケーシング8に向かう方向の力を印加するためには、図示例のようにホルトラ2を使う方法の他、径の細いホルトラ51を結合し、このホルトラ51の弾性を利用することもできる。

また、強磁性体3が挿入される凹部をヨーク6に設け、強磁性体3の一端部を振動放射部材ら5に固定する構成としてもよく、強磁性体3を振動放射部材ら5とヨーク6のいずれにも固定せず、両者で挟持する構成としてもよい。

また、振動放射部材ら5がヨークを兼ねる図示

また、質量の大きなヨーク8を用いることで、より、錐7を省略する構成も可能である。

また、ケーシング8は非磁性体であっても軟磁性体であってもよいが、ケーシング8を質量の大きな肉厚の軟磁性材料で構成してヨークと錐7とのばたきをもたせ、ヨーク6および錐7を省略する構成とすることもできる。

磁歪振動子1の寸法は、目的とする振動数や要求される能力によっても異なるため、特に限定されない。

本発明で用いる磁歪材2は、赤土類金属元素および鉄を含有する。このような磁歪材は磁歪量が大きい。ため、磁歪振動子や磁歪アクチュ

エータ等に好適である。

希土類元素および鉄を含有する磁歪材の組成に特に制限はないが、1 kOe の直流磁界下での磁歪量 $\Delta l / l$ が 400 ppm 以上であることが好ましく、特に、下記の組成を有するものが好ましい。

[式 I]

R T_x

ここで R は、イットリウム (Y) を含む希土類元素のうちの 1 種以上を表わし、T は Fe、Ni および Co のうちの 1 種以上を表わす。

上記組成において、 $1.5 \leq x \leq 2.5$ 、特に $1.85 \leq x \leq 2.00$ であることが好ましい。

x が上記範囲外となると、高磁界における磁歪量および単位磁界強度あたりの磁歪変化率 $d\lambda / dH$ が低下する。

希土類元素としては、La、Nd、Pm、Sm、Gd、Tb、Eu、Dy、Ho、Er、Yb、Lu、Tm のランタノイド元素が好ま

Ag、Cd、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、Hg が使用可能である。

このような磁歪材料は、米国特許第 4375372 号明細書、同第 4152178 号明細書、同第 3949351 号明細書、同第 4308474 号明細書、同第 4378258 号明細書等、特開昭 53-64798 号公報、本出願人による特願昭 62-172376 号、同 62-227962 号、同 62-227963 号、同 63-284133 号、同 63-284134 号、特願平 1-41171 号等に開示されている。

このような磁歪材料は、一般的な合金製造法、例えば、アークメルト法、一方向性凝固法、ゾーンメルト法、高周波溶解法、粉末冶金法等によって製造され、所定の形状および寸法に成型加工され、磁歪素子の磁歪材として用いられる。

なお、本発明の磁歪素子は、磁歪アクチュエータとしての使用も可能であり、その場合も

しく、これらから選ばれる 1 種以上の元素の組合せとしては、Sm、Tb、Dy、Ho、Er および Tm 単独、TbGd、TbDy、TbHo、TbHoDy、SmTb、

SmDy、SmHo、SmEr、

SmHoDy、HoEr ならびに Ho、Er および Dy の 2 種以上の組合せが好ましく、さらに、常温で高磁界および低磁界での磁歪量が優れている点から、これらのうち特に、Tb 単独、Tb の一部を Dy および / または Ho で置換したもの、Sm 単独、Sm の一部を Dy および / または Ho で置換したものが好ましい。

なお、Tb を含有するものは正の磁歪を示し、Sm を含有するものは負の磁歪を示す。

なお、このような組成中には、さらに全体の 30 at% 以内で遷移金属元素や Zn 等が含有されていてもよい。

遷移金属元素としては、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、

上記した磁歪振動子と同様な効果の実現し、強力かつ小型の磁歪アクチュエータが得られる。

この場合、コイルに流される電流は、交流の他、直流、パルス電流等のいずれであってもよい。

<発明の作用効果>

本発明の磁歪素子では、通常、柱状の強磁性体にコイルが巻回されており、磁歪材はこの強磁性体およびコイルを包囲するように設けられた筒状体である。そして、強磁性体と磁歪材とは、閉磁気回路の構成メンバーとなっている。

本発明では、磁歪材を筒状とするため、同一断面の柱状磁歪材に比べて厚さを著しく薄くでき、渦電流損を著減することができる。従って、高周波磁界が印加される超音波振動子に適用する場合でも磁歪材を非磁性材との覆層構造とする必要がなく、生産性が高い。

また、上記構成を有する磁歪振動子に対し、

4. 図面の簡単な説明
第1図は、本発明の磁歪素子の好適実施例である磁歪振動子の断面図である。

- 符号の説明
- 1…磁歪振動子
 - 2…磁歪材
 - 3…強磁性体
 - 4…コイル
 - 5…振動放射部材
 - 51…ボルト
 - 52…ナット
 - 6…ヨーク
 - 7…座
 - 8…ケーシング

出 願 人 ライオンライオン株式会社
代 理 人 井 理 士 石 井 隆 一
同 井 理 士 増 田 運 哉

従来の磁歪振動子として、柱状の磁歪材にコイルを巻回した構成の磁歪振動子を考え、本発明による磁歪振動子と寸法の比較を行なうと、下記のようになる。

まず、両磁歪振動子が同等の能力を有するよう、磁歪材の材質、断面積および磁歪材に印加される磁界強度を同じに設定する。
また、本発明で用いる強磁性体の飽和磁束密度を、磁歪材の飽和磁束密度よりも大きく設定する。

これらの磁歪振動子において、本発明における柱状強磁性体と従来の柱状磁歪材の断面積とを比較すると、柱状強磁性体の断面積は、飽和磁束密度の大きさに応じて柱状磁歪材の断面積よりも小さく済むので、コイルの外径を小さくすることができる。

この結果、コイルの外側に筒状磁歪材があるにも拘らず、本発明による磁歪振動子は従来のものと比べ外径を小さくすることが可能である。

FIG.1

